

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ЛИНИЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА****В. П. ЧЕБОТАРЕВ***УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г Минск, Республика, 220023, e-mail: v.p.chebotarev@tut.by**(Поступила в редакцию 04.10.2017)*

Одним из основных условий высокопроизводительной и стабильной работы зерноочистительно-сушильного комплекса является соответствие производительностей основных входящих в его состав машин и оборудования – приемного бункера с выгрузным транспортером, норий, машины предварительной очистки зерна и зерносушилки, бункера хранения обработанного зерна. При этом вследствие существенного изменения в процессе уборки засоренности, влажности и видового состава обрабатываемого зернового вороха процессы приема зерна с поля, предварительной очистки и сушки всегда значительно отличаются по производительности. При послеуборочной обработке зерна требуется обеспечить своевременный высокопроизводительный прием, очистку и сушку зерна поточными технологическими линиями на зерноочистительно-сушильных комплексах. Применение компенсационных бункеров между машинами в линии, требуемый объем бункеров приема и хранения обработанного зерна позволяет значительно снизить потери производительности от возникающих по каким – либо причинам остановок, сбоев машин и оборудования зерноочистительно-сушильного комплекса. В данной статье обоснована необходимость применения компенсационных бункеров между машинами в линии послеуборочной обработки зерна и принцип многопоточности создания зерноочистительно-сушильных комплексов.

Ключевые слова: зерноочистительно-сушильный комплекс, бункер, зерносушилка, зерноочистительная машина.

One of the main conditions for high-performance and stable operation of the grain cleaning and drying complex is the conformity of production capacities of the main machines and equipment included in its structure: a receiving hopper with an unloading conveyor, noria, grain pre-cleaning machines and grain dryers, processed grain storage bins. At the same time, due to a significant change, during the process of harvesting, in grain dockage, humidity, and species composition of the treated grain heap, the processes of grain intake from the field, of its pre-cleaning and drying always differ significantly in productivity. During post-harvest grain processing, it is necessary to provide timely high-performance reception, cleaning and drying of grain by conveyer technological lines at grain cleaning and drying complexes. The use of compensation bins between machines in a line, and the required volume of receiving and storage bins for processed grain allows us to significantly reduce productivity losses from breaks and failures of machines and equipment of the grain cleaning and drying complex that arise for some reason. This article substantiates the necessity of using compensation bins between machines in the line of post-harvest grain processing and multi-flow principle in the creation of grain cleaning and drying complexes.

Key words: grain-cleaning-and-drying complex, bunker, grain dryer, grain cleaning machine.

Введение

Требуемый объем приемного бункера, необходимость применения компенсационных бункеров между машинами в линии, требуемый объем бункера хранения обработанного зерна позволяет значительно снизить потери производительности от возникающих по каким-либо причинам остановок, сбоев машин и оборудования зерноочистительно-сушильного комплекса. Поэтому для обеспечения совместной стабильной и равномерной работы всех машин и оборудования в технологической линии зерноочистительно-сушильный комплекс должен работать на принципе многопоточности и иметь необходимое количество компенсирующих емкостей.

Основная часть

Стабильность функционирования уборочно-транспортного потока в значительной степени зависит от своевременного приема и обработки зерна поточными технологическими линиями на зерноочистительно-сушильных комплексах. Классическая технологическая схема поточной послеуборочной обработки зерна включает в себя следующие технологические операции: прием зернового вороха из транспорта; предварительную очистку его от соломистых и других примесей; сушку зерна до базисных кондиций по влажности; первичную и вторичную (окончательную) очистку зерна с доведением его до базисных кондиций по назначению, а для семян – по классности; хранение обработанного зерна [4, 5].

Поточная технологическая линия представляет собой совокупность установленных в определенной последовательности машин и оборудования, осуществляющую послеуборочную обработку и хранение зерна. В отдельных случаях поточная технологическая линия не оборудуется зернохранилищем, а используются хранилища расположенные за пределами зерноочистительно-сушильного комплекса. Отдельные процессы поточной технологической линии – прием, очистка, сушка и хранение зерна, являются по существу в целом одним единым процессом послеуборочной обработки и хранения зерна [6]. Оптимизация только одного какого либо отдельного процесса, без учета его связей с другими процессами, приводит к ухудшению качества и нарушениям режимов работы всего комплекса. Поэтому такие линии необходимо рассматривать как технологические системы, состоящие из системы процессов, происходящих в машинах и оборудовании комплексов [7]. Исследование структуры технической системы предполагает поочередное выделение составляющих ее элементов,

выявление условий и характера их взаимодействия. Это позволяет изучить и исследовать всю техническую систему в целом и на основе полученных результатов определить наиболее приемлемый в данных условиях ее вариант. Поточность процесса послеуборочной обработки зерна не имеет постоянного характера, так как производительность машин в технологической линии постоянно изменяется из-за неравномерности поступления и разнокачественности поступающего на обработку зерна. Технологическая и экономическая необходимость приемки и обработки зерна в минимально возможные сроки требуют обеспечения последовательной непрерывной поточной работы данной технической системы. Большая нестабильность и неустойчивость потока поступающего зерна создает проблемы компоновки поточной технологической линии и подбора по производительности необходимых машин и оборудования, а в последующем к значительному снижению или перегрузке их использования. Для снижения влияния указанных факторов поточные технологические линии должны комплектоваться компенсирующими оперативными емкостями, устанавливаемыми до и после отдельных машин. Для обеспечения наиболее эффективного использования машин, оборудования и емкостей поточные технологические линии должны проектироваться таким образом, чтобы они имели возможность пропускать зерно по нескольким маршрутам.

Исходя из вышеизложенного, перспективным направлением их совершенствования является исследование и создание технологических комплексов, линий и машин послеуборочной обработки включающей прием, предварительную очистку, сушку или низкотемпературное досушивание методом вентилирования комбайнового зернового вороха с минимальными затратами энергии и ресурсов, обеспечивающих их значительную экономию. Для обеспечения разработки и проектирования таких систем с оптимальными параметрами, например, для одной из основных технологических операций – сушки зерна – необходимо знать закономерности теплопередачи и движения агента сушки в слое дисперсных термочувствительных материалов, правильно оценивать и учитывать конвективные потоки в них, разработать методику и провести тщательный расчет всех тепловых и аэродинамических потерь. Традиционная сушка проводится воздухом нагретым, в зависимости от вида сушилки, до температуры 130 °С у шахтных и 250 °С у барабанных зерносушилках [7]. Низкотемпературная сушка обеспечивается путем подогрева наружного воздуха, в зависимости от его исходной относительной влажности, не более чем на 6–8 °С. Известно, что подогрев воздуха на 1 °С снижает его относительную влажность приблизительно на 5%, и, таким образом, его относительная влажность путем незначительного нагрева может быть уменьшена с 95–98 % до уровня ниже равновесной, обеспечивающей сушку данной культуры. Кроме того, аналогичной низкотемпературной сушкой или вентилированием обеспечивается режимное хранение высушенного зерна. За счет оптимизации тепловых и аэродинамических процессов, протекающих в зерновой массе, могут быть достигнуты высокие технические показатели сушки, обеспечены экономичность и качество продукции. Процесс сушки или вентилирования слоя зерна должен рассматриваться во взаимосвязи и взаимодействии агента сушки с высушиваемым материалом. При этом необходимо исходить из свойств высушиваемого материала, механизма переноса влаги, периодичности и скорости подачи агента сушки.

При проектировании и разработке серийно применяемых поточных технологических линий для послеуборочной обработки зерна (рис. 1) в большинстве случаев руководствовались в основном номинальной производительностью машин, принимая за основу среднее поступление зерна без учета в полной мере продуктивности полей, сезонной выработки комбайнов, коэффициентов использования эксплуатационного и сменного времени, наличия и грузоподъемности транспортных средств, природно-климатических условий уборки. Все это приводило к повышению потерь и себестоимости, снижению качества производимого зерна. Оптимизировать функционирование зернового потока при послеуборочной обработке позволяет использование компенсирующих и резервных элементов технологического процесса, возможность пропускать зерно по нескольким маршрутам, параметры которых должны определяться с учетом всех природно-производственных условий (рис. 2). Современная производственная ситуация вызывает необходимость применения новых методических подходов к обоснованию производительности всего зерноочистительно-сушильного комплекса и параметров входящих в него машин и оборудования на основе единого комплекса послеуборочной обработки и хранения урожая. С целью снижения рассогласованности процессов послеуборочной обработки и хранения зерна необходимо разработать методику обоснования производительности зерноочистительно-сушильных комплексов, расчета объемов компенсирующих емкостей, параметров транспортирующих и резервных элементов, требуемых объемов зернохранилищ. Созданные на таких принципах высокопроизводительные комплексы и технические средства для их комплектования обеспечат их эффективную работу при продолжающемся росте валовых объемов производимого зерна и огра-

ничении сроков их уборки. Кроме того, важными элементами современного комплекса являются: компьютеризированное управление с автоматизированной лабораторией для определения и постоянного контроля качественных показателей зерна на всех этапах его обработки от приемки до закладки на хранение, а также наличие в его составе зернохранилища, как правило силосного типа.

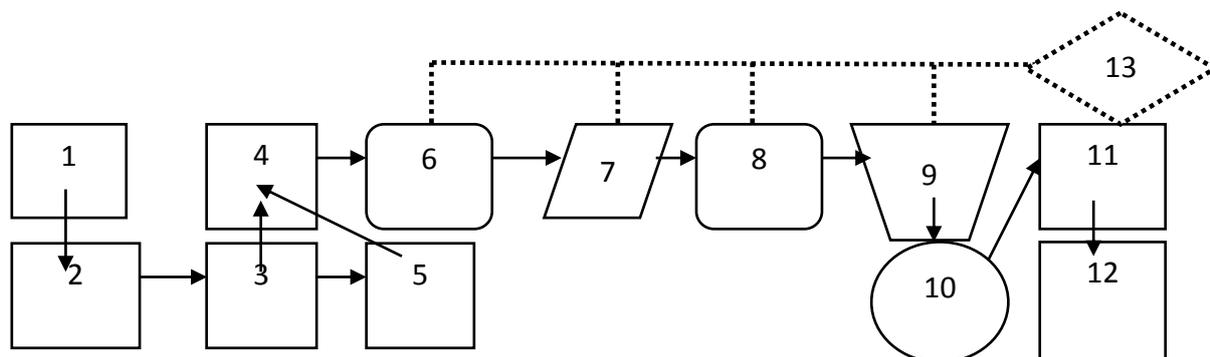


Рис. 1. Структурно-функциональная модель серийных поточных технологических линий послеуборочной обработки зерна:

- 1 – автомобильные весы; 2 – ручное взятие проб; 3 – автомобилеразгрузчик; 4 – приемный бункер; 5 – зернопогрузчик; 6 – нория зерноочистительной машины; 7 – зерноочистительная машина; 8 – нория зерносушилки; 9 – зерносушилка; 10 – выгрузной бункер; 11 – автомобиль; 12 – зернохранилище; 13 – шкаф управления

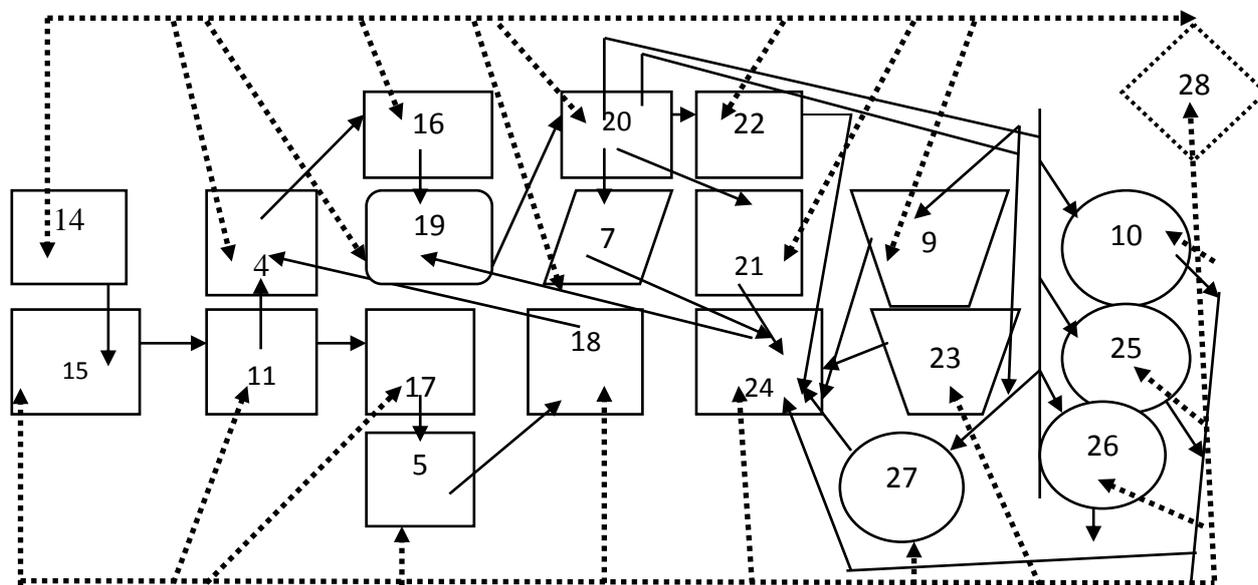


Рис. 2. Структурно-функциональная модель разрабатываемой поточной технологической линии послеуборочной обработки зерна:

- 4 – приемный бункер; 5 – зернопогрузчик; 7 – зерноочистительная машина; 9 – зерносушилка; 10 – выгрузной бункер; 11 – автомобиль; 14 – поточные автомобильные весы; 15 – автоматический пробоотборник; 16 – скребковый транспортер; 17 – установка досушивания и режимного хранения зерна; 18 – транспортер самоподаватель; 19 – самонесущая нория; 20 – верхний горизонтальный скребковый транспортер; 21, 22 – вентилируемые компенсирующие силоса; 23 – выносной охлаждающий модуль; 24 – нижний горизонтальный скребковый транспортер; 25, 26, 27 – силоса для хранения зерна; 28 – компьютеризированный пульт управления и контроля работы зерноочистительно-сушильным комплексом

Машины и оборудование комплекса и зернохранилища должны быть соединены между собой транспортерами и нориями. Кроме того, все машины зерноочистительно-сушильного комплекса и зернохранилище должны оборудоваться информационной системой компьютерного управления и контроля. Основой обеспечения требуемого технологического процесса является программируемая автоматизированная система управления, которая осуществляет контроль, накопление и хранение технологических параметров, формирует сигналы управляющего воздействия исполнительным механизмом для поддержания протекания технологического процесса в соответствии с заданной программой. Основным эффектом будет достигнут за счет значительного снижения потерь зерна при уборке и послеуборочной обработке в результате уменьшения дефицита мощностей сушильно-очистительного оборудования, устранения его простоев, а также существенного уменьшения простоев зерноуборочной техники.

Кроме того, применение такой системы управления зерноочистительно-сушильными комплексами позволит свести к минимуму количество обслуживающего персонала.

Заключение

Таким образом, создание и переоснащение сельскохозяйственного производства республики современными зерноочистительно-сушильными комплексами позволит: снизить затраты топливно-энергетических ресурсов, сократить трудозатраты, материалоемкость и себестоимость производства зерна, повысить его качество.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеботарев В. П. Сушка зерна. Теория, расчет, эксперимент / В. П. Чеботарев, И. В. Чеботарев. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2012. – 520 с.
2. Технологическое оборудование и поточные линии предприятий по переработке зерна / Л. А. Глебов, А. Б. Демский, В. Ф. Веденьев, А. Е. Яблоков. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 696 с.
3. Klingler, R. W. Grundlagen der Getreidetechnologie / R. W. Klingler, BehrsVerlag, – Hamburg, 1995. – 388 s.
4. Елизаров, В. П. Оптимизация основных технологических параметров сельскохозяйственных комплексов послеуборочной обработки зерна: автореф. дис. ...докт. техн. наук / В. П. Елизаров. – М., ВИМ, 1982. – 40 с.
5. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е. М. Вобликов [и др.]. – Ростов н/Д.: Издательский центр «Мар Т», 2001. – 240 с.
6. Keiser, H. V. Planung und Bau von Getreideanlagen / H. V. Keiser. – Rendsburg, RKL–Broschure, 2005. – S. 1182–1195.
7. Чеботарев, В. П. Расчет параметров приемного отделения, компенсирующих промежуточных емкостей и устройств транспортирования зерна на комплексах / В. П. Чеботарев, И. В. Барановский, А. В. Новиков, Т. А. Непарко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2014. – Вып. 48. – Т. 1. – С. 130–134.